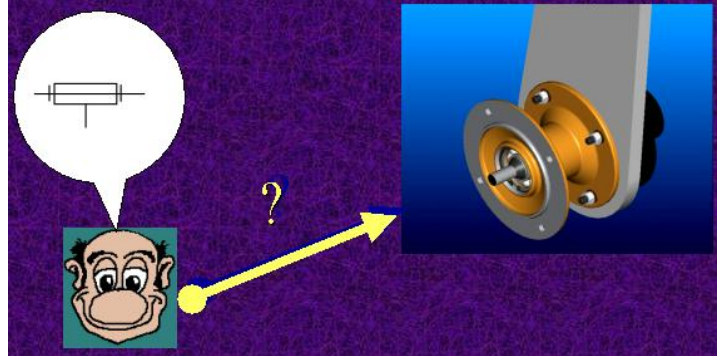


PRESENTATION D'UNE DEMARCHE DE CONCEPTION DE PIECES MECANIQUES ASSISTEE PAR ORDINATEUR

SOMMAIRE

1. [INTRODUCTION](#)
2. [LES FONDEMENTS DE LA DEMARCHE](#)
3. [LA DEMARCHE](#)
4. [CONCLUSION](#)
5. [RESSOURCES ET EXEMPLES](#)



1. INTRODUCTION

L'exposé ci-après présente une démarche de conception de pièces techniques assistée par ordinateur mise en œuvre au niveau d'une classe de 1^{ère} année de formation au BTS CPI.

Cette démarche, développée au cours de l'année 2001-2002, illustre les évolutions pédagogiques nécessaires à l'intégration des modeleurs paramétriques 3D.

Elle prend appui sur des pratiques pédagogiques reconnues jusqu'alors. Elle tente d'y intégrer les fonctionnalités singulières des progiciels 3D.

Ces quelques observations fixent les limites de la démarche. De nouvelles observations et analyses peuvent amener des points de vue radicalement différents.

[sommaire](#)

2. LES FONDEMENTS DE LA DEMARCHE

- 2.1. [1. la conception « dans l'assemblage »](#)
- 2.2. [2. la conception fonctionnelle](#)
- 2.3. [3. des démarches pédagogiques mal adaptées](#)

2.3.1. la conception « dans l'assemblage »

Les progiciels 3D supportent la numérisation « dans l'assemblage » appelée aussi « avec liens ».

La conception dans l'assemblage consiste à construire le modèle numérique 3D d'une pièce en établissant des liens entre des entités géométriques extérieures à la pièce à créer et les entités géométriques la définissant.

Ce mode de création n'est qu'une généralisation du mode de création en mode « pièce » : les liens sont ici posés entre des entités pouvant appartenir à des fichiers différents. *Certains progiciels forcent le trait au point de ne pas être basés sur le principe très commun une pièce –*

un fichier, la conception se fait dans un fichier monolithique, la discrétisation « pièce » est ultérieure (TOPSOLID 2003).

Ces liens sont établis de manière chronologique : au fur et à mesure de la numérisation, le concepteur s'appuie sur des entités voisines existantes.

Les liens ainsi créés, établissent des relations unidirectionnelles « parents-enfants » : une variation des paramètres définissant le parent peuvent avoir des conséquences sur l'enfant. On retrouve la problématique de création de formes en mode « hors assemblage » : quelle fonction ou « feature » choisir ? comment coter l'esquisse ? de quel volume initial partir ? combien aura-t-il d'enfants ? quoi est parent de quoi ? raisonner fabrication ? raisonner géométrique ? booléen ?

Ces liens sont formalisés par différents moyens :

- codification visuelle (codes de couleurs, affichage de cotes)
- des tableaux de relations (expressions littérales des liens)

L'écriture et l'édition de ces relations est fonction de l'interfaçage opérateur-logiciel.

Les maquettes ainsi créées se modifient (spectaculairement) automatiquement : posés de manière réfléchie, les liens peuvent exprimer les conditions fonctionnelles ou intentions de conception. Peu importent les variations, ces conditions seront respectées !

Modifier ce type de maquettes nécessite néanmoins, méthode et mode d'emploi souvent seulement connus (ou retrouvables) par la personne qui a construit la maquette. Les maquettes ainsi créées peuvent s'avérer « fragiles » !

2.3.2. la conception fonctionnelle

Les premières réflexions sur l'utilisation des modeleurs 3D paramétriques ont posé comme précepte que les paramètres de création des modèles 3D, doivent permettre leur modification et leur évolution à plus ou moins long terme, précepte découlant de 3 constats :

- 1- en phase de conception préliminaire, on doit régulièrement et de manière pas toujours prévisible, adapter les dimensions, les positions de formes des pièces créées
- 2- un pourcentage significatif des études d'un BE industriel sont des études de modifications de l'existant
- 3- les paramètres de création doivent rendre possible la génération de famille de pièces !

Ce précepte a rendu le mode « intuitif » (ou libre) peu enseigné mais toléré en bien des situations. *Les cas d'emploi de ce mode sont fréquents : rajout d'un petit volume par copie extrusion d'une section pour combler un « vide » plutôt que de modifier les paramètres des formes existantes, « rebouchage » d'un « trou » plutôt que de détruire la fonction le pilotant dans l'arbre de construction, découpe d'une forme borgne jugée trop longue . . .* Activités ou « gestes » pourtant communs pour le sculpteur, le « prototypeur », le metteur au point !

Les démarches pédagogiques développées ont remis en scène, le croquis 3D à main levée comme préalable à l'utilisation d'un modeleur 3D, activité difficile mais au combien motivante.

Elles ont aussi imposé l'identification des cotes fonctionnelles préalablement à l'acte de numérisation 3D. Associé à une démarche « hors assemblage » le résultat est « parfait » : les maquettes numériques sont directement « fonctionnelles » et « solides ».

Ces démarches pédagogiques sont aujourd'hui connues. Néanmoins certaines des activités qu'elles proposent, apparaissent mal adaptées à la phase de conception préliminaire : elles impliquent un lourd travail préparatoire « hors logiciel » utilisant entre autre, les activités orthographiques* d'autrefois, limitant pour le coup, les espoirs de la vision 3D assistée par ordinateur !

* *dessin d'ensemble ou de définition en projection orthogonale*

2.3.3. des pratiques pédagogiques mal adaptées aux fonctionnalités des logiciels

Parmi les activités proposées en BE de formation de techniciens, celle de l'étude de (re)conception est classique : étude thématique extraite de banques de sujets nationaux ou locaux, imposant une modification ou la construction d'une solution technique en 4, 6 ou 8 heures : le résultat escompté étant jusqu'alors la production d'un dessin d'ensemble orthographique 2D aux instruments, puis numérique (DAO 2D).

Cette activité a logiquement intégré les progiciels 3D paramétriques, avec pour principal objectif de bénéficier de l'aide à la vision 3D. Vision permettant à priori de résoudre les maux jusqu'alors fréquents : interférence, non-montabilité, non-fabricabilité ...

Le bénéfice de la vision 3D n'est pas gratuit : il suppose un temps d'exécution non négligeable, la maîtrise des commandes des logiciels et prend appui sur des capacités exigées de lecture (*se promener dans une maquette 3D, décoder un plan orthographique établi par le logiciel*) et d'écriture (*identifier la commande capable de créer le volume imaginé, élaborer un profil générateur, ajuster un plan orthographique numérique*).

Les logiciels 3D sont bien plus puissants que de simples « stéréo-visionneurs » :

- là où avant, on pouvait regretter le choix malencontreux de positionnement d'une forme, d'un composant, obligeant à un gommage, un grattage et à pas mal de rouge correcteur, un simple clic peut résoudre instantanément le(s) défaut(s) (*identifiables pour certains automatiquement*)
- des modules intégrés permettent de simuler de multiples conséquences de choix initiaux, dépassant largement les critères habituels de validation des fameuses études !

La rapidité d'évolution et d'intégration de nouvelles fonctionnalités des logiciels affecte directement toute démarche pédagogique établie. Avec les dernières versions des progiciels équipant laboratoires et BE, on peut aujourd'hui :

- créer des volumes disjoints
- animer une maquette créée « dans l'assemblage »
- tester facilement le comportement élastique de la pièce
- simuler facilement sa fabrication

[sommaire](#)

3. LA DEMARCHE

1.1.1. [Intégration à une progression pédagogique](#)

1.1.2. [La démarche en quelques diapos](#)

1.1.3. Intégration à une progression pédagogique

Après une phase de présentation de la démarche, des études thématiques de (re)conception sont répétées.

Cette séquence opérationnalise les objectifs de formation relatifs aux rubriques S612 « *Les outils de la communication technique* » et S613 « *Technologie des mécanismes* »

Extrait du référentiel des savoirs et capacités, programme BTS CPI :

Rubrique S612 :

A partir d'un besoin exprimé, d'un produit à concevoir ou d'une solution existante :

- Tracer les interactions d'un produit avec son environnement et les traduire en terme de fonctions,
- Identifier les fonctions de service et les fonctions techniques
- Traduire les solutions ou le CDCF par un graphe de liaison,

En présence d'un mécanisme ou d'un dessin d'ensemble :

- Tracer le schéma adapté à l'étude proposée.

A partir du CDCF d'une fonction technique

- Mettre en oeuvre les différents modèles de représentation pour aboutir à la solution constructive.

A partir d'un dessin d'ensemble (plan ou fichier informatique) d'un mécanisme :

- Analyser la solution proposée,
- Réaliser les dessins ou fichiers de définition,
- Produire des dessins en perspective.

A partir de croquis établis à main levée de pièces d'un ensemble simple, et à l'aide d'un logiciel tridimensionnel surfacique et/ou volumique :

- construire les surfaces ou volumes de base nécessaires à la réalisation des modèles,
- établir des stratégies optimisées d'opérations d'assemblage afin de construire les modèles,
- assembler les modèles de l'ensemble,
- vérifier l'absence d'interférences, simuler les déplacements cinématiques,
- établir la base de données "objets" de l'ensemble, et la nomenclature associée,
- par paramétrage, établir quelques éléments d'une famille d'ensembles liée à l'évolution d'un paramètre (puissance, débit, rapport de réduction...)

Rubrique S613 :

A partir des critères d'une fonction définissant une liaison encastrement, pivot, rotule, glissière appartenant à un ensemble mécanique et en utilisant un logiciel d'assistance et d'aide au choix :

- Proposer un modèle sous la forme de schémas,
- Choisir une solution constructive,
- Choisir et dimensionner les composants
- Représenter la solution constructive avec les conditions fonctionnelles,
- Rédiger la nomenclature.

1.1.4. La démarche en quelques diapos

[Démarche CPIAO.ppt](#) *

* Conception et Pré-Industrialisation Assistée par Ordinateur

[sommaire](#)

4. CONCLUSION

Cette démarche pédagogique, intègre les caractéristiques singulières des modeleurs 3D paramétriques actuels dans le but de transposer les pratiques de conception liées à l'utilisation des supports orthographiques usuels (le dessin d'ensemble).

Elle repose sur 3 points clés :

1- le mode de création « dans l'assemblage » des formes fonctionnelles force à une expression formelle de conditions fonctionnelles : les jeux, serrages, dépassements sont exprimés concrètement lors de la création des formes fonctionnelles

2- la création de volumes fonctionnels « séparés » permet une plus grande liberté dans l'acte de conception : on peut « travailler » en différents lieux des pièces sans se soucier (dans un premier temps) du « lien matière »

3- la production manuelle de documents préparatoires « observables » originaux : leur contenu est avant tout technologique. Il n'est pas ici question de « représenter » les arbres de construction des pièces de manière exhaustive avant de toucher l'ordinateur !

[sommaire](#)

5. RESSOURCES ET EXEMPLE

5.1. [Documents d'accompagnement](#) au format Word

5.2. Vous trouverez dans le fichier à télécharger « Ressource » les fichiers d'un mécanisme (variateur à courroie) numérisé « dans l'assemblage » sous Proengineer 2001